

MECHANICKÉ VLASTNOSTI VYBRANÝCH HLINÍKOVÝCH SLITIN PŘI ZVÝŠENÝCH TEPLOTÁCH

MECHANICAL CHARACTERISTICS OF SELECTED ALUMINOUS ALLOYS UNDER HIGHER TEMPERATURES

M. CAGALA¹, P. LICHÝ²

ABSTRACT: The knowledge of mechanical characteristics of aluminous alloys within higher and high temperatures enables to get to know the material better and so we can adjust its technological processing and operational use. In this paper we focus on AlSi7Mg0,3 (ČSN 424334) and AlCu5NiCoSbZr (RR350) alloys which we, for comparison of the influence of different cooling rate on mechanical characteristics, cast into a metal mould (ingot mould) and sand mould. Part of the cast samples was then thermally processed.

ABSTRAKT: Znalost mechanických vlastností hliníkových slitin v rozsahu zvýšených a vysokých teplot umožňuje lépe poznat materiál a tím můžeme přizpůsobit jeho technologické zpracování a provozní využití. V tomto příspěvku věnujeme pozornost slitinám AlSi7Mg0,3 (ČSN 424334) a AlCu5NiCoSbZr (RR350), které jsme pro porovnání vlivu rozdílné ochlazovací rychlosti na mechanické vlastnosti odlily do kovové formy a pískové formy z furanové směsi. Část odlitých vzorků bylo následně tepelně zpracováno.

KEY WORDS: aluminium alloys, mechanical and plastic properties

KLÍČOVÁ SLOVA: hliníkové slitiny, mechanické a plastické vlastnosti

ÚVOD

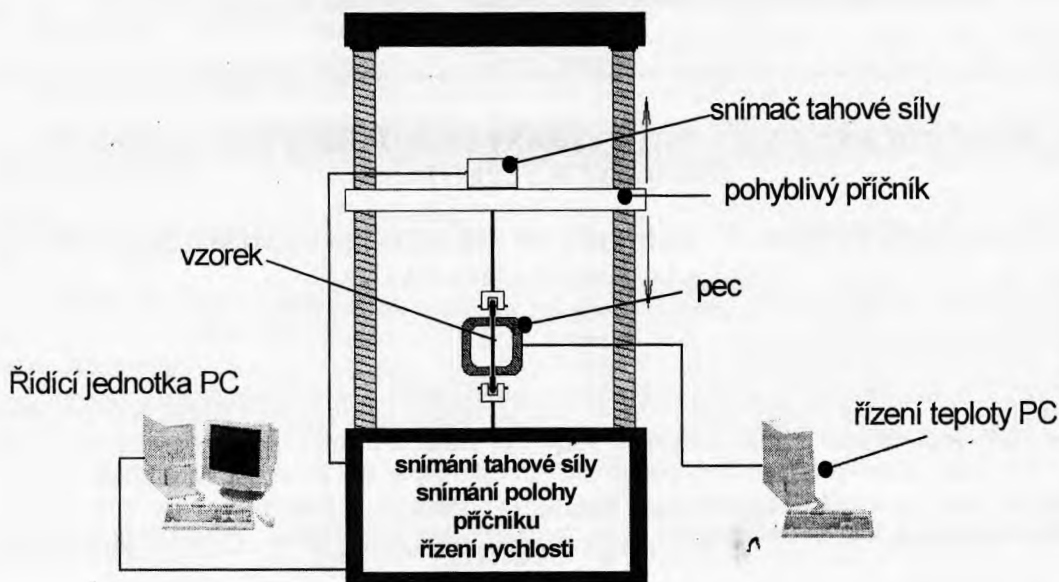
Práce se zabývá studiem termomechanických vlastností vybraných hliníkových slitin. Slitiny hliníku jsou pro své výhodné fyzikální, chemické a pevnostní vlastnosti rozsáhle používaným materiálem jak pro výrobu odlitků, tak pro výrobky, vyráběné tvářením za tepla nebo za studena. Znalost vlastností materiálu v celém rozsahu teplot, umožňuje řešit problematiku jak slévárenských vad, tak teplot tvářením. V tomto článku se zaměříme pouze na vliv rychlosti tuhnutí na pevnosti v tahu a plasticitu.

EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

Vyhodnocení a celková příprava probíhala na katedře slévárenství na VŠB – TU Ostrava, kde se nachází specializované pracoviště pro výzkum pevnostních a plastických vlastností materiálu za zvýšených a vysokých teplot. Schéma trhačického přístroje zachycuje obr.1.

¹ Ing. Michal Cagala – Katedra slévárenství, FMMI, VŠB-TU Ostrava

² Ing. Petr Lichý, Ph.D. – Katedra slévárenství, FMMI, VŠB-TU Ostrava

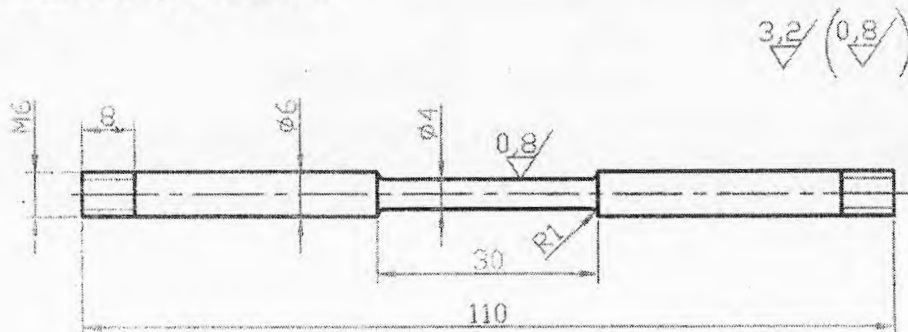


Obr. 1 – Schéma trhacího přístroje

Základem pro měření mechanických vlastností slitin je přístroj firmy INOVA Praha, který je doplněn odporovou pecí s ovládáním ohřevu. Měření je řízeno elektronicky pomocí PC a umožňuje přesné naprogramování zatěžování, měření síly, polohy a deformace.

PRACOVNÍ POSTUP

Zkušební tyč je ohřívána v odporové peci s grafitovým topným tělesem. Teplotní režim probíhá ve třech etapách. Nejprve se rychlostí $200^{\circ}\text{C}/\text{min.}$ dosáhne teploty přibližně 200°C pod požadovanou teplotu, následuje ohřev rychlostí $50^{\circ}\text{C}/\text{min.}$ na teplotu 30°C pod požadovanou teplotu. Nakonec se vzorek ohřeje na požadovanou teplotu rychlostí $10^{\circ}\text{C}/\text{min.}$ Následuje 3 minutová izotermická výdrž a poté je vzorek zatěžován konstantní silou $6\text{mm}/\text{min.}$ až do přetržení. Po přetržení je vzorek ponechán v peci až do teploty cca 200°C , aby se zabránilo případné oxidaci lomových ploch určených pro metalografickou analýzu. Používaná zkušební tyč je na obr. 2.



Obr. 2 – Zkušební tyč

VYBRANÉ SLITINY

V práci byly použity dvě slitiny, běžně používané v praxi. Jedna na bázi hliníku s křemíkem AlSi7Mg0,3 a druhá byla slitina hliníku s mědí AlCu5NiCoSbZr . Chemické složení používaných slitin je uvedeno v **Tab.1**

Tab. 1 – Chemické složení AlSi7Mg0,3 a AlCu5NiCoSbZr

Aluminium alloys	Chemical composition in weight percent					
	Si	Fe	Cu	Mg	Ti	Ni
AlSi7Mg0,3	7,28	0,13	0,03	0,37	0,115	0,02
Aluminium alloys	Chemical composition in weight percent					
	Cu	Ni	Co	Sb	Zr	Mn
AlCu5NiCoSbZr	4,96	1,56	0,202	0,27	0,133	0,25

AlSi7Mg0,3

Slitiny na bázi hliníku s křemíkem dnes patří díky své relativně nízké hmotnosti, dobrým mechanickým vlastnostem a dobrou odolností proti korozi mezi nejvíce používané slitiny v oblasti neželezných kovů. Křemík je základní legující prvek a jeho přítomností se výrazně zlepšují slévárenské vlastnosti např. zabíhavost, tekutost. V závislosti na jeho množství se zvyšují také plastické vlastnosti. Hlavním sortimentem těchto slitin jsou především odlitky kol osobních automobilů. Z této skupiny slitin byla pro naše měření vybrána podeutektická slitina AlSi7Mg0,3 .

Zkušební tyče byly odlity při teplotě 720°C . U tepelného zpracování byla teplota rozpouštěcího žíhání 525°C s výdrží 6 hodin a umělé stárnutí probíhalo při teplotě 160°C po dobu 6h.

AlCu5NiCoSbZr

Slévárenské slitiny hliníku s mědí se vyznačují v porovnání se slitinami na bázi Al-Si vyššími pevnostními vlastnostmi při zvýšených teplotách. Na druhou stranu mají zhoršenou odolnost proti korozi, náchylnost ke vzniku trhlin a zhoršené slévárenské vlastnosti. Mezi kvalitní slitiny v této skupině patří AlCu5NiCoSbZr , známá též pod názvem RR350, která se používá na odlitky pracující za vyšší teploty a byla vybrána vzhledem k častému použití pro naše měření.

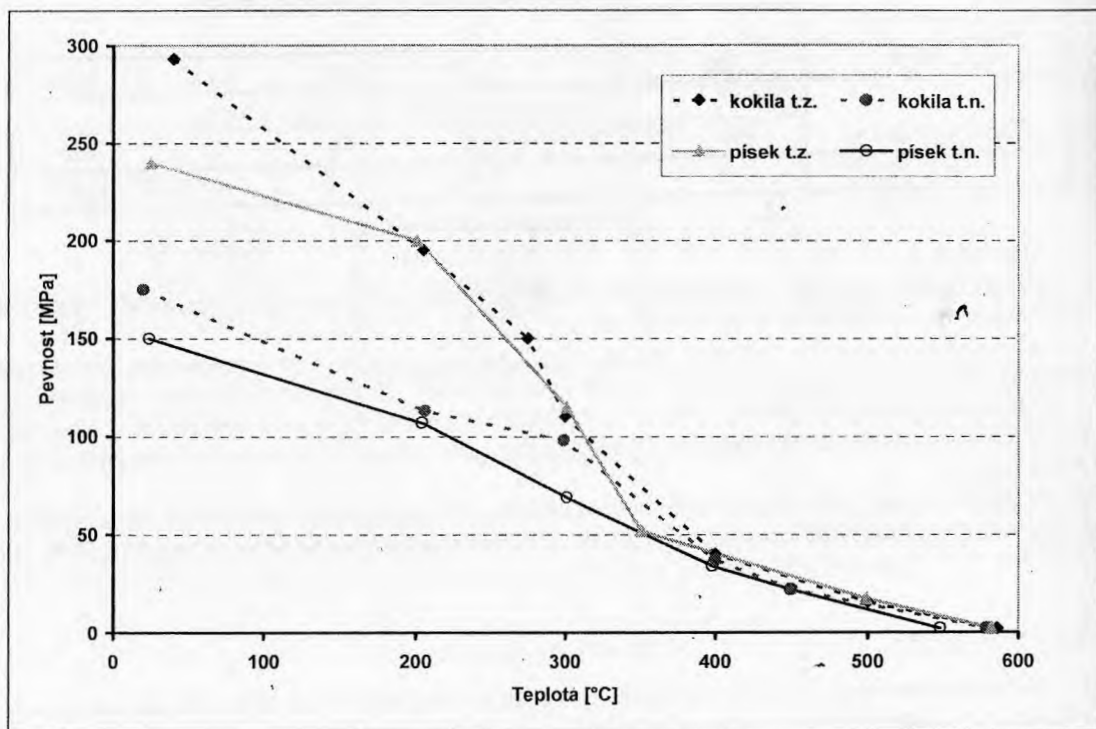
Zkušební tyče byly odlity při teplotě 720°C (označení v grafech – t.n.) a část těchto vzorků byla následně tepelně zpracována (v grafech označeny – t.z.). Tepelné zpracování: rozpouštěcí žíhání 520°C s výdrží 6 hodin a umělé stárnutí při teplotě 185°C po dobu 6 hodin.

VÝSLEDKY

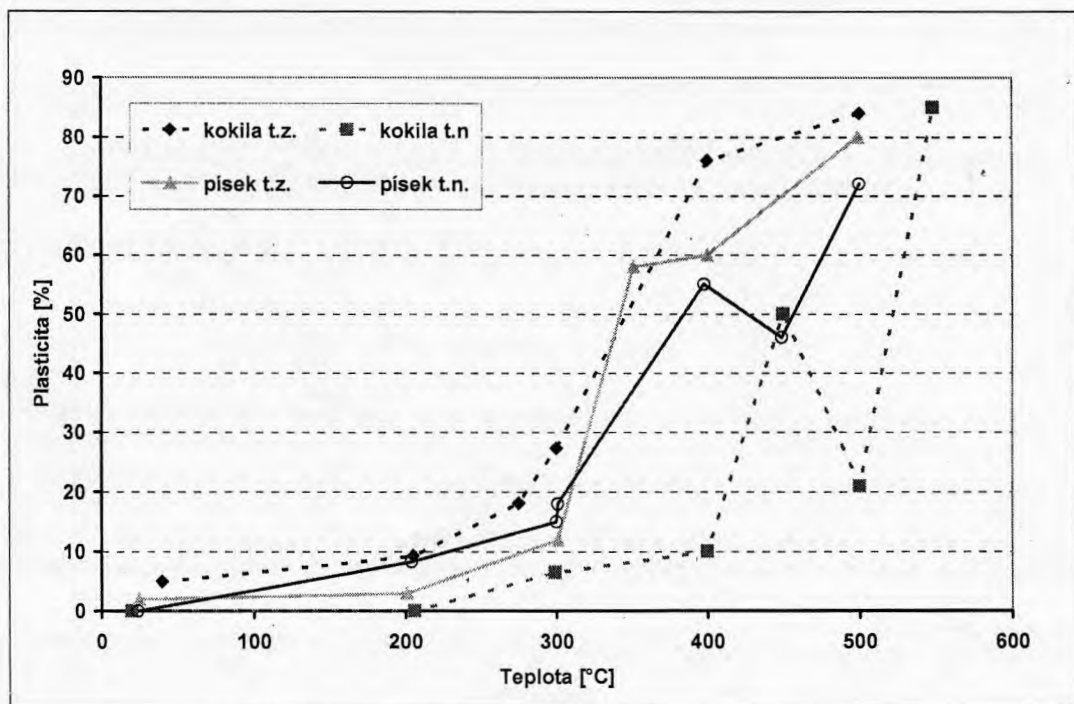
AlSi7Mg0,3

Výsledky měření pevnostních a elasticko-plastických vlastností v závislosti na teplotě jsou uvedeny na **Obr. 3,4**. Z grafů je vidět závislost doby tuhnutí a vliv tepelného zpracování na pevnosti v tahu. Kdy u tepelně zpracované slitiny odlité do kokily získáváme při nízkých teplotách dvojnásobné hodnoty R_m než u slitiny tepelně nezpracované, odlité do písku. To platí asi jen do 350°C , kdy se pevnosti vyrovnají a slitina ztrácí pevnost bez ohledu na způsobu tepelného zpracování a druhu formy do které byla odlitá. Plasticita, definovaná kontrakcí byla u všech vzorků přibližně stejná. Se vzrůstající teplotou roste.

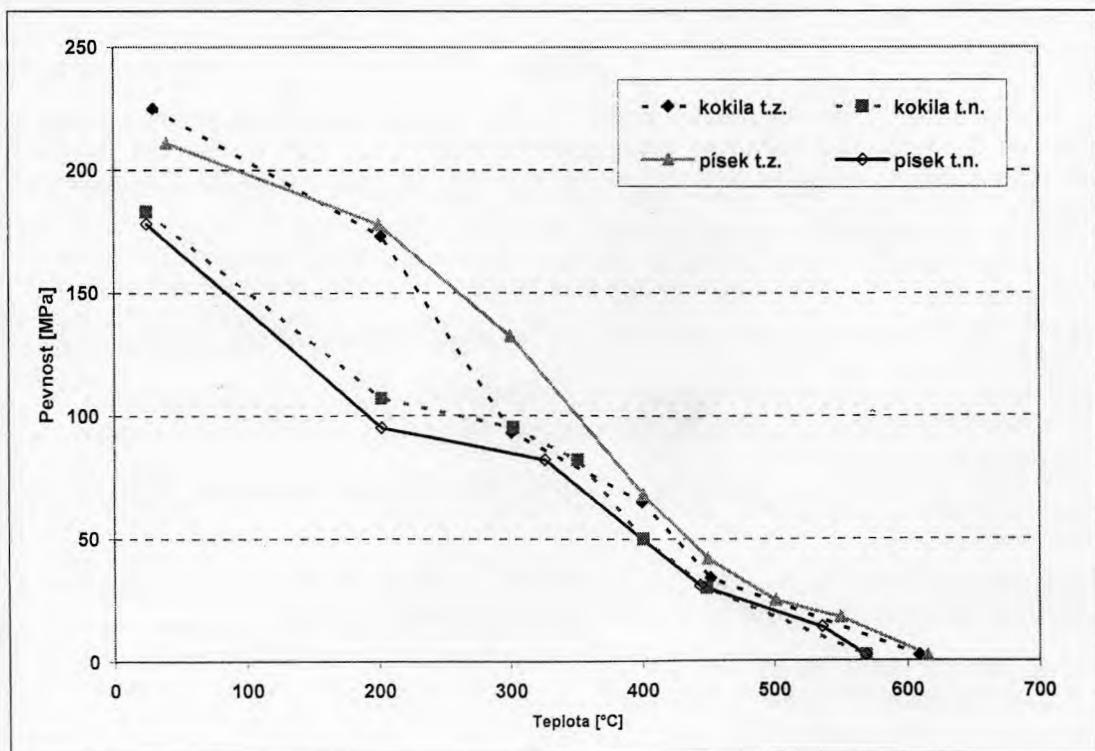
Při měření tohoto materiálu jsme dospěli ke stejnému závěru jako u předchozí slitiny. Čím je jemnější struktura, docílená rychlejším tuhnutím, tím dosahujeme vyšších užitných vlastností. Tyto se nám ještě umocňují po použití tepelného zpracování. Výsledky pevnostních a elasticko-plastických vlastností v závislosti na teplotě jsou uvedeny na Obr. 5 a 6.



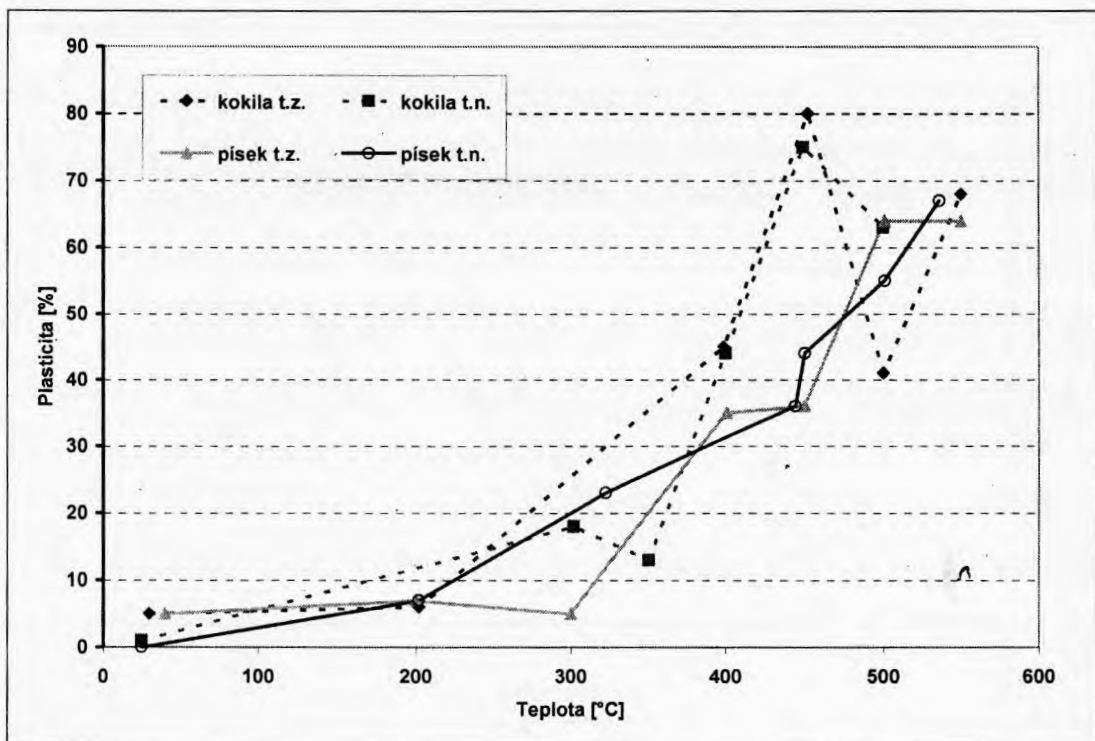
Obr. 3 – Teplotní závislost pevnosti slitiny AlSi7Mg0,3



Obr. 4 - Teplotní závislost plasticity slitiny AlSi7Mg0,3



Obr. 5 – Teplotní závislost pevnosti slitiny AlCu5NiCoSbZr



Obr. 6 - Teplotní závislost plasticity slitiny AlCu5NiCoSbZr

ZÁVĚR

V tomto článku jsme se zaměřili pouze na vliv rychlosti tuhnutí na pevnosti v tahu a plasticitu. Na tento článek bychom chtěli navázat a pokusit se zvýšit mechanické hodnoty materiálů různými legujícími prvky a ovlivněním lící struktury tradičními i netradičními způsoby.

LITERATURA

- [1] KOŘENÝ, R. a kol.: Termomechanické vlastnosti slitin neželezných kovů, Slévárství, 53, 2005, č.4, str. 174-179.
- [2] HANUS, A., LICHÝ, P., KOZELSKÝ, P.: Mechanické vlastnosti slévárenských slitin AlSi10MgMn a MgAl9Zn1 za vyšších teplot, Sborník vědeckých prací VŠB-TU Ostrava, 2006, č.1, str. 65-70.
- [3] ROUČKA, J.: Metalurgie neželezných slitin, skriptum VUT Brno, Brno 2004.

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory projektu VZ MSM 6198910013 „Procesy přípravy a vlastnosti vysoce čistých a strukturně definovaných speciálních materiálů“.